

**Vijeo Citect SCADA sebagai HMI Berbasis TCP / IP  
Multivendor Networking PLC**

**Sub judul : Omron**

Firaz<sup>1</sup>, Agus Indra G., S.T., M.Sc.<sup>2</sup>, Ir. Anang Tjahjono, M.T.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Penulis, Mahasiswa Jurusan Teknik Elektronika Program Studi D4

<sup>2</sup>Pembimbing I, Dosen Jurusan Teknik Elektronika

<sup>3</sup>Pembimbing II, Dosen Jurusan Teknik Elektro Industri

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya – Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Email : [vroz10@yahoo.co.id](mailto:vroz10@yahoo.co.id)

**ABSTRAK**

Sistem kendali peralatan secara terdistribusi menjadi solusi bagi kompleksitas sistem. Di dunia akademis khususnya PENS-ITS dibutuhkan keluaran sumber daya manusia dengan penguasaan teknologi berupa pengendalian sistem terdistribusi. Dari sini dirancang sebuah miniatur sistem kontrol terdistribusi berupa "weight feeder. Perencanaan dan perancangan sistem ini digunakan dengan mengintegrasikan 2 PLC yang berbeda untuk mengontrol suatu plant yang berupa pengendalian suatu "weight feeder" dengan menggunakan sistem pengendalian dan monitoring yang dibangun dengan menggunakan *Supervisory Control And Data Acquisition* (SCADA) yang berbasis PLC dengan tujuan untuk memudahkan user dalam proses monitoring dan kontrol sehingga dapat menjadi *Human Machine Interface* (HMI) antara operator (manusia) dengan PLC dalam jarak jauh/remote, sedangkan untuk *Human Machine Interface* (HMI) antara operator (manusia) dengan PLC dalam jarak dekat/local digunakan Magelis Touch Screen. Untuk melakukan komunikasi antar sistem digunakan LAN sebagai komunikasi karena dalam pengiriman data bisa berjumlah banyak dan cepat. Sebuah miniatur sistem kontrol ini dapat mendukung kegiatan akademis di PENS-ITS maupun diaplikasikan di dunia industri. Beberapa tantangan terbesar adalah pemrograman PLC, melakukan integrasi antar PLC dan *Visual Interface* SCADA.

Kata Kunci : PLC, SCADA, HMI, LAN, Weight Feeder

**ABSTRACT**

*Equipments distribution control system is become solution for system complexity. In academic especially PENS-ITS is required output of human resource with technological domination in the form of operation of distributed system. From here is designed a distribution control systems miniature which is "weight feeder". Planning and scheme of this system applied with integrating 2 PLC different to control a plant which in the form of operation a "weight feeder" by using controller system and monitoring built by using Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) that based on PLC as a mean to facilitates user in process of monitoring and control so it can be a Human Machine Interface (HMI) between operator (human) and PLC in long distance/remote, otherwise for Human Machine Interface (HMI) between operator (human) and PLC in short distance/local use Magelis Touch Screen. To do communications between systems applying LAN as communications because in delivery of data can amount so many and quickly. A control systems miniature can support academic activity in PENS-ITS and also application in industrial world. Some of the biggest challenges is programming PLC, does integration between PLC and SCADA Visual Interface.*

Keyword : PLC, SCADA, HMI, LAN, Weight Feeder

**1. Pendahuluan**

Pada dunia industri terdapat banyak proses yang membutuhkan efisiensi dan efektivitas sehingga sangat diperlukan sistem kontrol, sebagian besar industri menggunakan PLC (*Programmable Logic Controller*) sebagai sistem kontrol. PLC diproduksi oleh bermacam-macam vendor, hal ini memungkinkan dalam suatu industri terdapat dua PLC atau lebih dengan

vendor berbeda, agar beberapa PLC tersebut dapat digunakan bersamaan untuk mengontrol suatu plant yang telah ada tanpa harus menggunakan PLC bervendor sama maka dilakukan integrasi antar PLC berbeda vendor tersebut.

Untuk komunikasi antar PLC yang saling integrasi tersebut dapat menggunakan *Supervisory Control And Data Acquisition* (SCADA). Jaringan komunikasi yang digunakan adalah LAN, LAN

digunakan karena kecepatan pengiriman datanya bisa mencapai 100 Mbps (*megabit persecond*). Model protokol yang digunakan adalah *Transmission Control Protocol/Internet Protocol* (TCP/IP) yang dapat diandalkan untuk digunakan dalam berbagai macam kondisi. SCADA berfungsi sebagai pengontrol PLC dan monitoring sistem atau yang biasa disebut dengan *Human Machine Interface* (HMI). Komunikasi PLC berbeda vendor menggunakan SCADA dapat dilakukan karena SCADA memiliki berbagai macam *PLC driver*[1].



**Gambar 1** Jaringan Kontrol dan Monitoring menggunakan Vijeo Citect SCADA[2]

Pada proyek akhir ini digunakan PLC Omron CS1G-H produksi Omron. Dalam proyek akhir ini dirancang sebuah miniatur memanfaatkan PLC untuk mengontrol dan memonitoring aktifitas *plant* yang kompleks. Proyek akhir ini dapat menjadi contoh bagi pengendalian peralatan yang terdistribusi dan tuntutan utilisasi sumber daya untuk manajemen proses kendali yang menggunakan ethernet sebagai sarana untuk komunikasi antar PLC dan *plant* yang ada dengan protokol TCP/IP pada LAN.

Selain itu dalam membangun suatu sistem kita juga membutuhkan media komunikasi yaitu SCADA merupakan media komunikasi antara manusia, PC dan PLC. SCADA membantu operator secara lebih dekat untuk mengontrol PLC pada setiap tahap pengoperasian *plant* dengan menempatkan PC sebagai basis proses visualisasi sistem yang menghubungkan semua komponen dalam sistem dengan baik. Dengan menggunakan SCADA sebagai *central operator*, operator bisa menyajikan analisa grafis, *historical information*, database, data login untuk keamanan, dan animasi ke dalam bentuk software. Dalam dunia industri SCADA menyajikan data yang diperlukan oleh operator untuk memonitor operasi dan menguji kualitas produk yang dihasilkan. Aplikasi ini juga menyediakan fasilitas alarm terdistribusi yang terdapat pada setiap jaringan infrastruktur bahkan setiap titik pada jaringan untuk keperluan keamanan sistem. Sistem alarm terhubung dengan

jaringan secara fleksibel untuk koreksi data. Beberapa fasilitas SCADA yang sudah ada: database untuk *record data*, pemberitahuan *error* dan solusinya, fasilitas alarm, kemampuan *transfer data* dengan cepat, dan fasilitas interupsi ketika sistem dalam kondisi *running*.

## 2. Tinjauan Pustaka

Perkembangan teknologi sistem kontrol telah melahirkan sebuah sistem yang disebut SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) memungkinkan status mesin/peralatan dapat dijalankan dengan komputer. Sistem SCADA sangat dibutuhkan terutama sebagai pengontrol suatu sistem yang membutuhkan kecermatan dalam mengatasi suatu kondisi yang dapat terjadi sewaktu-waktu dan sulit ditangani oleh manusia. Sistem pengontrolan menggunakan SCADA berbasis PLC (*Programmable Logic Control*) masih kurang dikenal oleh masyarakat khususnya mahasiswa di Indonesia, sehingga pengembangan masih melibatkan pihak asing dengan implementasi sistem terbatas pada perusahaan-perusahaan besar karena mahalnya biaya investasi untuk sistem tersebut. Hal ini terjadi, selain karena aplikasi tersebut memang tidak digunakan secara luas, tetapi juga karena kurangnya materi dalam perkuliahan yang menyentuh pada aplikasi untuk membangun suatu sistem tersebut.

## 3. Dasar Teori

### A. SCADA

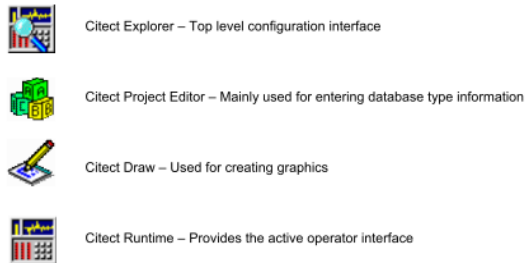
SCADA merupakan singkatan untuk kendali supervisi dan perolehan data, suatu sistem komputer untuk mengumpulkan dan meneliti data *real time*. Sistem SCADA digunakan untuk memonitor dan mengendalikan suatu kilang atau peralatan di dalam industri seperti telekomunikasi, kendali air dan limbah, energi, pengilangan minyak dan gas dan transportasi.

Suatu sistem SCADA mengumpulkan informasi, misalnya suatu kebocoran di suatu saluran sudah terjadi dilakukan pemindahan informasi kembali kepada *central site*, menyiagakan home station tersebut bahwa kebocoran sudah terjadi, menyelesaikan analisis dan kendali yang diperlukan, seperti penentuan jika kebocoran itu adalah genting, dan mempertunjukkan informasi di suatu tampilan yang logis dan teroganisir.

Sistem SCADA dapat sederhana, seperti memonitor kondisi lingkungan suatu bangunan kantor yang kecil, atau sangat kompleks, seperti suatu sistem yang memonitor semua aktifitas di suatu kilang energi nuklir atau aktifitas suatu sistem penyediaan air kotapraja.

Salah satu software SCADA yang terdapat di pasaran adalah Vijeo™ Citect® yang diproduksi oleh Telemecanique®. Software ini memiliki

beberapa kelebihan daripada software-software sejenis antara lain jumlah driver untuk PLC yang cukup lengkap untuk semua vendor PLC dan berkembang secara kontinyu untuk memperbaiki kekurangannya tanpa harus mendesain ulang software versi terdahulu. Fiturnya dapat dilihat pada Gambar 2 berikut



**Gambar 2** Fitur CitectHMI/SCADA[2]

## B. PLC

Sistem proses kontrol terdiri atas sekumpulan piranti-piranti dan peralatan-peralatan elektronik yang mampu menangani kestabilan, akurasi, dan mengeliminasi transisi status yang berbahaya dalam proses produksi. Masing-masing komponen dalam sistem kontrol proses tersebut memegang peranan pentingnya masing-masing, tidak peduli ukurannya. Misalnya saja, jika sensor tidak ada atau rusak atau tidak bekerja, maka sistem kontrol proses tidak akan tahu apa yang terjadi dalam proses yang sedang berjalan.

Sebuah PLC (kepanjangan *Programmable Logic control*) adalah sebuah alat yang digunakan untuk menggantikan rangkaian sederetan relay yang dijumpai pada sistem kontrol proses konvensional. PLC bekerja dengan cara mengamati masukan (melalui sensor-sensor terkait), kemudian melakukan proses dan melakukan tindakan sesuai yang dibutuhkan, yang berupa menghidupkan atau mematikan keluarannya (logika 0 atau 1, hidup atau mati). Pengguna membuat program (yang umumnya dinamakan diagram tangga atau *ladder diagram*) yang kemudian harus dijalankan oleh PLC yang bersangkutan. Dengan kata lain, PLC menentukan aksi apa yang harus dilakukan pada instrumen keluaran berkaitan dengan status suatu ukuran atau besaran yang diamati.

### Keuntungan PLC

Keuntungan menggunakan PLC antara lain :

#### a. Fleksibel

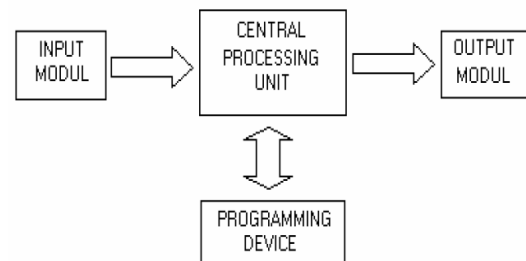
Kontrol panel konvensional menggunakan *relay-relay* dan *timer-timer* tambahan atau perubahan sistem hubungan untuk menanggapi dan memodifikasi atau spesifikasi tambahan, perubahan jalur, pengalihan produk dan lain-lain. Sedangkan pada PLC hanya membutuhkan perubahan program yang telah ditulis pada memori.

#### b. Peralatan dengan standar yang tinggi

Kontrol panel konvensional telah diproduksi dengan cara bahwa setiap unit mempunyai spesifikasi tersendiri. Kontrol panel memerlukan waktu pembuatan yang lama dan kesulitan dalam pemeliharaan. Tapi dengan menggunakan PLC standarisasi panel kontrol dapat diperoleh.

### Komponen-komponen PLC

Ada tiga komponen utama yang menyusun PLC seperti terlihat pada Gambar 3 yaitu, *Control Processing Unit (CPU)*, masukan/keluaran unit dan *Programming device*. Sedangkan komponen lain seperti *power supply*, *recorder player /tape atau disk*, *optional remote interconnection* dan *optional remote master computer*. CPU bekerja berdasarkan mikroprosesor yang bekerja menggantikan fungsi *relay*, *counter*, *timer* dan *sequencers*, sehingga *programmer* bisa membuat semua rangkaian yang menggunakan fungsi-fungsi *relay* diatas.



**Gambar 3** Komponen Penyusun PLC[3]

## C. Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP)

TCP singkatan dari Transfer Control Protocol dan IP singkatan dari Internet Protocol. TCP/IP menjadi satu nama karena fungsinya selalu bergandengan satu sama lain dalam komunikasi data. TCP/IP saat ini dipergunakan dalam banyak jaringan komputer lokal (LAN) yang terhubung ke Internet, karena memiliki sifat:

1. Merupakan protokol standar yang terbuka, gratis dan dikembangkan terpisah dari perangkat keras komputer tertentu. Karena itu protokol ini banyak didukung oleh vendor perangkat keras, sehingga TCP/IP merupakan pemersatu perangkat keras komputer yang beragam merk begitu juga sebagai pemersatu berbagai perangkat lunak yang beragam merk sehingga walau anda memakai perangkat keras dan perangkat lunak komputer yang berlainan dengan teman anda pada jaringan komputer berbeda, anda dan teman anda dapat berkomunikasi data melalui Internet.
2. Berdiri sendiri dari perangkat keras jaringan apapun. Sifat ini memungkinkan TCP/IP bergabung dengan banyak jaringan komputer. TCP/IP bisa beroperasi melalui sebuah

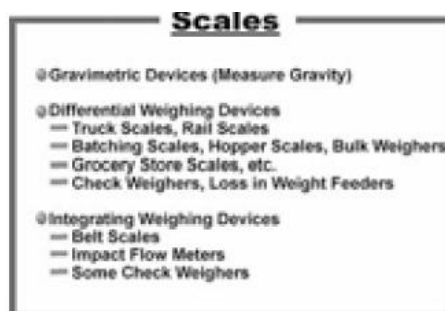
- Ethernet, sebuah token ring, sebuah saluran dial-up, sebuah X-25 dan secara virtual melalui berbagai media fisik transmisi data.
3. Bisa dijadikan alamat umum sehingga tiap perangkat yang memakai TCP/IP akan memiliki sebuah alamat unik dalam sebuah jaringan komputer lokal, atau dalam jaringan komputer global seperti Internet.
  4. Protokol ini distandarisasi dengan skala tinggi secara konsisten, dan bisa memberikan servis kepada user-user di dunia.

#### D. Local Area Network (LAN)

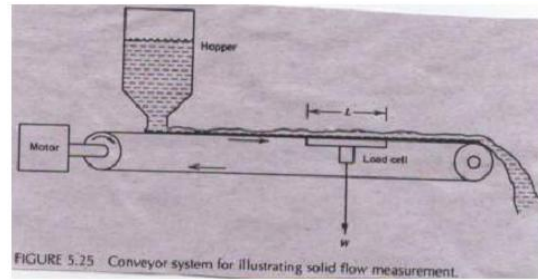
Jaringan lokal atau *Local Area Network* adalah sekumpulan dua atau lebih komputer yang berada dalam batasan jarak lokasi satu dengan yang lain, yang saling terhubung langsung atau tidak langsung. LAN dibedakan atas cara komputer tersebut saling terkoneksi, baik secara logik maupun fisik. Komputer dalam sebuah LAN bisa berupa PC, Macintosh, Unix, Minicomputer, Mainframe ataupun hardware lain dengan arsitektur yang berbeda, walaupun ada batasan dalam setiap mesin untuk saling terkoneksi dengan mesin lain berupa batasan fisik dan logic. Sebuah PC atau komputer dalam sebuah LAN disebut sebagai *node*, *node* bisa berupa server atau workstation yang kadang disebut sebagai station saja. *Minicomputer* atau *Mainframe* berfungsi sebagai host untuk sebuah *dumb-terminal* atau PC (*diskless workstation*). LAN yang mengkoneksikan node melalui jaringan publik telepon atau *dedicated* biasa disebut sebagai *Wide Area Network* (WAN).

#### E. Weight Feeder

Timbangan merupakan peralatan gravimetric. Dengan kata lain, timbangan merupakan peralatan yang mengukur gaya yang disebabkan oleh gaya gravitasi pada berat. Timbangan bisa diklasifikasikan menjadi 2 jenis : alat penimbangan diferensial dan integral. Jenis-jenis timbangan tersebut dapat ditunjukkan pada Gambar 4 berikut.



**Gambar 4** Jenis-jenis Timbangan[4]



**Gambar 5** Sistem Konveyor untuk Pengukuran Aliran Materi Padat[5]

Dari Gambar 5 di atas dapat dilihat bahwa sebagai objek padat aliran selalu dikatakan mempunyai spesifikasi massa atau berat setiap unit waktu yang dibawa dengan sistem konveyor. Unit akan menjadi banyak bentuk, sebagai contoh, kg/min, lb/min. Untuk membuat pengukuran dari aliran itu hanya diperlukan bentuk berat kuantitas dari materi atas beberapa panjang yang pasti dari sistem konveyor bergerak mengikuti perkiraan dari rata-rata aliran materi.

$$Q = WR / L$$

Dimana,

Q = aliran dalam kg/min

W = total berat materi dari bagian panjang L

R = Kecepatan konveyor dalam m/min

L = panjang susunan berat dalam m

#### F. Motor AC

Motor AC atau motor arus bolak-balik adalah suatu mesin yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik bolak-balik menjadi tenaga gerak atau tenaga mekanik berupa putaran dari rotor. Prinsip kerja motor AC hampir sama dengan motor DC, kecuali pada tegangan masukannya. Motor AC ini dapat disupply melalui sumber dari tegangan jala-jala PLN atau inverter. Pada Tugas Akhir ini menggunakan Motor AC sebagai penggerak *sabuk* konveyor.

Salah satu jenis motor AC adalah motor induksi 3 fasa. Saat ini hampir setiap motor yang digunakan di industri adalah motor induksi 3 fasa. Motor induksi disebut juga sebagai motor tidak sinkron karena rotor berputar tidak serempak dengan putaran magnetik fluks.

Prinsip kerja dari motor induksi ialah sebagai berikut:

- ❖ Apabila sumber tegangan 3Ø dipasang pada kumparan medan (stator), timbullah medan putar dengan kecepatan angular.
- ❖ Medan putar stator akan memotong batang konduktor pada rotor. Akibatnya

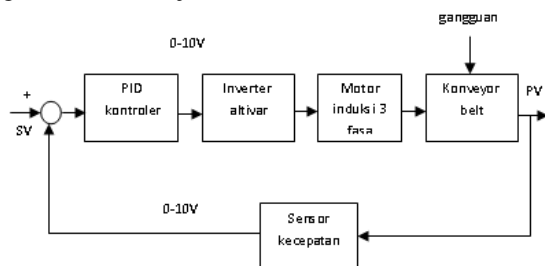


pada kumparan jangkar (rotor) timbul tegangan induksi (ggl) yang mengakibatkan rotor berputar dengan kecepatan putar sinkron terhadap kecepatan putar stator.

- ❖ Karena rangkaian rotor merupakan rangkaian tertutup, maka akan timbul arus rotor yang diakibatkan oleh ggl tersebut.
- ❖ Adanya arus stator dan arus rotor akan menimbulkan torsi elektromagnetik ( $T_e$ ) pada motor.
- ❖ Bila torsi mula yang dihasilkan cukup besar untuk memikul beban, rotor akan berputar searah dengan medan putar stator.
- ❖ Agar tegangan terinduksi, diperlukan adanya perbedaan antara kecepatan angular dari medan putar stator dan kecepatan putar rotor.

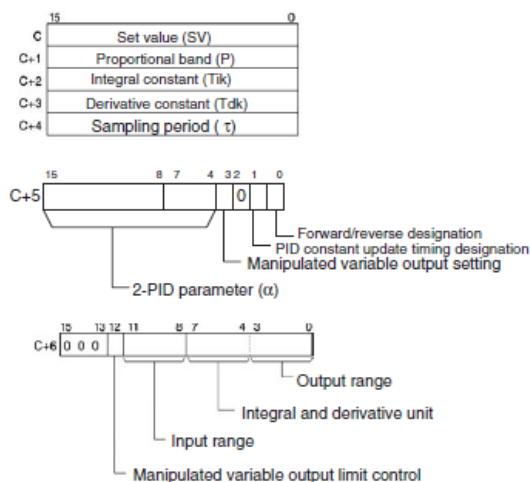
### G. Kontrol PID

Untuk perancangan dan pembuatan sistem kontrol weight feeder dengan kontrol PID, secara garis besar ditunjukkan oleh Gambar 7 berikut.



**Gambar 6** Blok Diagram Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa

Pada PLC Omron terdapat instruksi yang berfungsi sebagai kontrol PID. Penentuan parameternya seperti Gambar 6 berikut,



**Gambar 7** Pengaturan Parameter pada Instruksi PID[6]

Hal yang perlu diperhatikan adalah pengaturan input dan output range yang akan

digunakan pada instruksi ini. Bila tidak benar instruksi ini tidak akan berfungsi maksimal.

### 4. Metodologi Penelitian

Beberapa langkah yang dibutuhkan untuk pengerjaan proyek akhir ini, diantaranya :

#### A. Penentuan dan pengumpulan literatur

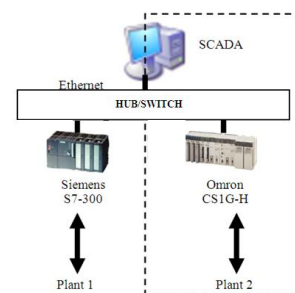
Mengumpulkan dan mempelajari literatur sehubungan dengan permasalahan yang dihadapi, seperti *Manual Book PLC CS1G-H* dan *Vijeo Citect*.

#### B. Studi Literatur Tentang Teori Penunjang Proyek Akhir

Mempelajari secara teori dan praktis tentang penggunaan PLC dalam proses di industri dan penggunaan *software* *Vijeo Citect* untuk membangun SCADA. *Programmable Logic Controller* (PLC) adalah suatu peralatan elektronika digital yang dapat dilakukan pemrograman untuk menyimpan instruksi-instruksi dan melaksanakan fungsi khusus seperti logika, sekuensial, *timer*, *counter* dan aritmatika untuk kontrol mesin dan proses. Sebelum PLC, telah banyak peralatan kontrol sekuensial, semacam *Cam Shaft* dan *Drum*. Sistem kontrol logika konvensional tidak dapat melakukan beberapa kasus digital dan *Programmable Logic Controller* diperlukan untuk itu.

### 5. Hasil Implementasi dan Pembahasan

Perancangan sistem berdasarkan desain sesuai blok diagram pada Gambar 8, masing-masing blok dihubungkan sebagai suatu sistem yang terintegrasi.

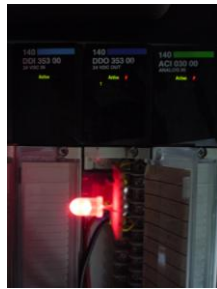


**Gambar 8** Rancangan Blok Sistem

Untuk menghubungkan sistem digunakan Ethernet sebagai media komunikasi. Komunikasi antar dua PLC akan melalui *Vijeo Citect* atau dapat dikatakan berkomunikasi secara *indirect*.

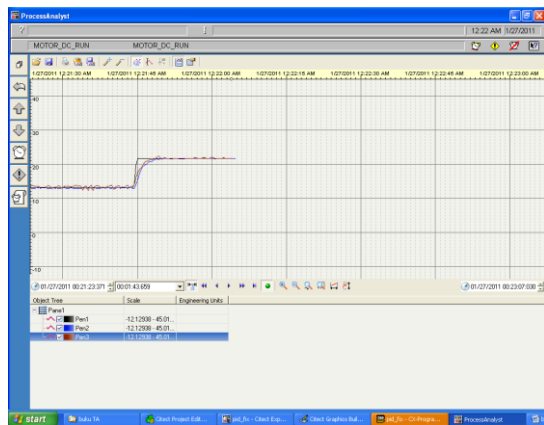
Pada Gambar 9 berikut menunjukkan bagaimana LED yang dipasang pada output modul di 140 DDO 353 00 PLC Modicon Quantum menyala dikarenakan switch *E\_Stop* yang disambungkan ke ID211 berubah dari kondisi OFF ke ON dan dengan menggunakan program yang telah dibuat pada *Vijeo Citect* maka nilai tag

E\_Stop bernilai sama dengan tag yang berfungsi untuk menyalakan LED pada output modul di 140 DDO 353 00 PLC Modicon Quantum

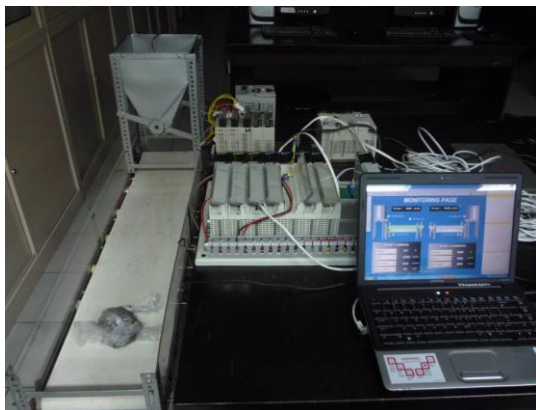


**Gambar 9** Pengujian Komunikasi PLC Omron CS1G-H dengan PLC Modicon Quantum

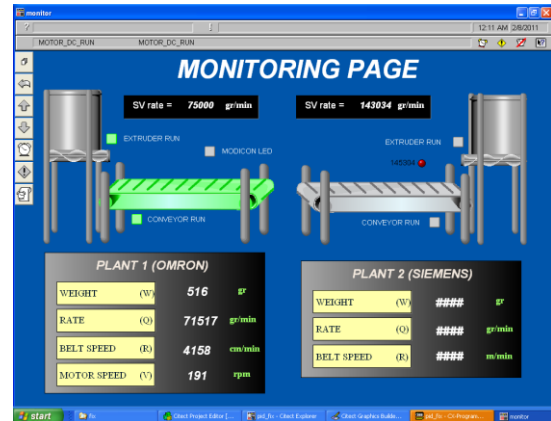
Gambar 10 berikut adalah respon close-loop kontrol PID dengan nilai  $K_p = 100\%$ ,  $T_i = 0,8$  detik dan  $T_d = 0,2$  detik yang dilihat pada salah satu fitur Vijeo Citect yaitu Process Analyst



**Gambar 10** Respon Kontrol PID dengan  $K_p = 100\%$ ,  $T_i = 0,8$  s dan  $T_d = 0,2$  s



**Gambar 11** Pengujian Sistem secara Keseluruhan



**Gambar 12** Monitoring Data pada Vijeo Citect

Dari pengujian secara keseluruhan seperti terlihat pada Gambar 11 dengan  $SV\_rate = 75.000$  gr/min dan berat 500 gr didapatkan kecepatan motor sebesar 189 rpm, sedangkan yang terlihat pada SCADA adalah kecepatan motor = 185 rpm, berat = 526 gram dan  $PV\_Rate = 71517$  gr/min. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 12. Oleh karena itu dapat dikatakan sistem yang kami bangun menggunakan SCADA berjalan dengan baik.

## 6. Kesimpulan

Setelah dilakukan perencanaan, pembuatan, pengujian dan analisis sistem perangkat lunak dari hasil yang diperoleh didapatkan kesimpulan yaitu :

- ❖ Komunikasi antar PLC berbeda vendor berbasis TCP/IP dapat berlangsung dengan menggunakan perangkat komunikasi yang terdapat pada Vijeo Citect walaupun secara *indirect*
- ❖ Saat kita menggunakan ETN21 sebagai alat komunikasi pada PLC Omron untuk berkomunikasi dengan Vijeo Citect melalui jaringan ethernet maka harus mengatur IP address dan FINS address
- ❖ Pada Vijeo Citect setiap vendor PLC memiliki *driver* sendiri sehingga pengaturan perangkat komunikasinya berbeda satu sama lain
- ❖ Parameter PID yang didapatkan menggunakan pendekatan metode Ziegler-Nichols (Z-N) tidak bekerja dengan baik, sehingga dilakukan tuning manual dengan parameter acuan dari metode Z-N dan responnya cukup baik dengan nilai  $K_p = 100\%$ ,  $T_i = 0,8$  s, dan  $T_d = 0,2$  s dari nilai semula dari metode Z-N yaitu  $K_p = 13,8\%$ ,  $T_i = 0,8$  s, dan  $T_d = 0,2$  s

## 7. Daftar Pustaka

- [1] Indrawan, Rudy. 2008. *Rancang Bangun Smart Packaging Machine dengan Mengintegrasikan Programmable Logic Controller (PLC) Berbeda Vendor (PLC Allen Bradley dan SCADA)*. Proyek Akhir Teknik Elektro Industri PENS-ITS : Surabaya.
- [2] Vijeo Citect *One Day Overview*. Telemecanique.
- [3] Eko Putra, Agfianto. 2004. *PLC Konsep, Pemrograman dan Aplikasi (Omron CPM1A/CPM2A dan ZEN Programmable Relay)*. Gaya Media : Yogyakarta.
- [4] Richard D. Linville, Jr. 2003. *Application and Operating Principles of Conveyor Belt Scales*. Wammag.
- [5] Sumardi. *Komponen Sistem Kontrol*. Bahan Kuliah : Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
- [6] Omron Manual Book.